

PEMANFAATAN PUPUK LIMBAH AGAR-AGAR TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI MAHONI (*Swietenia macrophylla*, King) DI MEDIA TAILING TAMBANG EMAS PT ANTAM UBPE PONGKOR

Agar Waste Fertilizer Utilization of Mahogany Seed Growth (Swietenia macrophylla, King) on Media of Gold Mine Tailings PT ANTAM UBPE Pongkor

PIPIH SUPTIJAH, BASUKI WASIS, AYU BABY MUTIARA MANDELLA

Abstract

The processing of agar produces 65-70% residu from all raw materials that are used. The residu in form of drugs or solid waste contain macro and micro nutrients which unfortunately have not been used optimally. The waste has a potential to use as an organic fertilizer. The effect of agar waste on growth of mahogany seed and physical and chemical properties of tailing were studied. Compost fertilizer was used as comparison to see the effectiveness of addition agar waste on growth of mahogany. The growth of mahogany seed was observed from height and diameter parameter, while the minerals content were measured by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The result shown that the highest growth was achieved when mahogany was treated with 1% agar waste, while the biggest diameter was achieved with 1,5% agar waste. Agar waste treatment improved chemical properties of tailing but has not significant change on physical properties.

Keywords: agar waste, compost, tailings

PENDAHULUAN

Rumput laut sebagai salah satu sumber hayati laut yang dapat menghasilkan senyawa hidrokoloid merupakan komoditi berprospek baik untuk dikembangkan. Salah satu produk hasil olahan rumput laut adalah agar-agar. Menurut Romero *et al.* (2008), agar-agar merupakan dinding sel polisakarida yang diperoleh dari hasil ekstraksi alga merah (*Rhodophyceae*) kelompok *Agarophyte*, salah satunya adalah genus *Gracilaria*. Pengolahan agar-agar menghasilkan residu sebanyak 65-70% dari keseluruhan bahan baku yang digunakan. Limbah yang dihasilkan dari pengolahan rumput laut pada tahun 2008 sekitar 1.682.542 ton. Industri penghasil agar-agar mampu menghasilkan kurang lebih 30 ton limbah agar-agar dalam sehari. Residu ini berupa ampas (limbah padat) yang ternyata mengandung unsur hara makro dan unsur hara mikro yang cukup lengkap (Saputra 2008).

Tailing adalah sisa pengolahan pertambangan yang sifatnya tidak ekonomis dan jika tidak dimanfaatkan akan mencemari lingkungan. Perusahaan besar, seperti PT Antam UBPE (Unit Bisnis Penambangan Emas) Pongkor, merupakan salah satu perusahaan pertambangan emas di Indonesia yang mampu menghasilkan volume *tailing* yang sangat banyak per harinya. Kegiatan revegetasi perlu dilakukan untuk menghijaukan kembali lahan tempat penampungan *tailing*. Kegiatan ini membutuhkan jenis tanaman yang mampu beradaptasi dengan *tailing* seperti mahoni (*Swietenia macrophylla*, King), membutuhkan pertumbuhan tanaman yang cepat serta upaya perbaikan sifat fisik dan kimia *tailing*. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan penambahan unsur hara dari pupuk organik. Limbah agar-agar yang kaya akan unsur hara makro dan unsur hara mikro diduga berpotensi sebagai pupuk organik. Penelitian yang dilakukan berupa pemberian pupuk limbah agar-agar pada semai mahoni (*Swietenia macrophylla*, King) yang ditanam di media *tailing* tambang emas PT ANTAM UBPE Pongkor.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penggunaan pupuk limbah agar-agar dalam

meningkatkan pertumbuhan semai mahoni dan memperbaiki sifat fisik dan kimia *tailing*, serta membandingkan pengaruh pupuk limbah agar-agar dengan pupuk komersial (pupuk kompos) terhadap pertumbuhan semai mahoni.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2010 sampai bulan Juli 2010. Sampel *tailing* diambil dari Gunung Pongkor, Desa Nungul, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Pembuatan agar-agar untuk memperoleh limbah agar-agar dilakukan di Laboratorium Diversifikasi dan Formulasi Hasil Perairan, Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Pengujian proksimat limbah agar-agar dilakukan di Laboratorium Biokimia, Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor. Pengujian mineral limbah agar-agar dan *tailing* dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tanah, Bogor. Pengamatan pertumbuhan semai mahoni (*Swietenia macrophylla*, King) dilakukan di rumah kaca, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *Gracilaria* sp., pupuk kompos, *tailing* tambang emas PT Antam UBPE Pongkor, semai mahoni (*Swietenia macrophylla*, King) umur 3 bulan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) merek Shimadzu tipe AA 680, kaliper, mistar 50 cm, plastik *polybag*, ajir, dan kertas label.

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu, penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan meliputi pembuatan limbah agar-agar, analisis proksimat limbah agar-agar, analisis mineral limbah agar-agar, analisis mineral *tailing* murni serta penentuan konsentrasi pupuk limbah agar-agar dan pupuk kompos terbaik. Penelitian utama meliputi pengujian kembali konsentrasi terbaik yang diperoleh dari penelitian

pendahuluan dengan memvariasikan konsentrasinya serta analisis mineral *tailing* setelah perlakuan.

Pembuatan limbah agar-agar dalam penelitian ini menggunakan rumput laut *Gracilaria* sp. yang direndam dengan larutan NaOH 0,01% selama semalam sebelum dilakukan pengekstraksian dengan air. Uji proksimat limbah agar-agar yang dilakukan terdiri atas uji kadar air, kadar lemak, kadar protein, dan kadar abu. Uji mineral limbah agar-agar dan *tailing* sebelum dan setelah perlakuan dilakukan dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Penentuan perlakuan pupuk limbah agar-agar dan pupuk kompos terbaik pada penelitian pendahuluan, yakni dilakukan pengujian terhadap parameter tinggi dan diameter semai mahoni dengan konsentrasi masing-masing pupuk 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Penentuan konsentrasi pupuk terbaik ini meliputi tahapan penyiapan media tanam, penginkubasian media tanam, penyiapan semai mahoni, dan pengamatan semai mahoni selama 3 minggu. Pengamatan terhadap tinggi dan diameter semai mahoni dilakukan setiap 1 minggu sekali. Pengukuran tinggi dilakukan dengan menggunakan mistar 50 cm dan diamati mulai dari permukaan *tailing* (separuh tinggi *polybag*) hingga mencapai titik tumbuh pucuk daun. Sementara itu pengukuran diameter dilakukan dengan menggunakan kaliper dan diamati 10 cm dari atas permukaan *tailing*, yang telah ditandai agar setiap pengukuran diameter dilakukan pada titik dan arah yang sama. Konsentrasi terbaik ditentukan berdasarkan tinggi dan diameter batang yang paling besar.

Konsentrasi pupuk terbaik pada penelitian pendahuluan diuji kembali pada penelitian utama dengan memvariasikan dan menspesifikkan konsentrasi tersebut. Pengamatan penelitian utama ini dilakukan selama 12 minggu. Setelah itu data hasil pengukuran dianalisis dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 faktor dan uji lanjut Tukey.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Limbah Agar-Agar. Komposisi kimia limbah agar-agar dapat diketahui dengan melakukan analisis proksimat yang meliputi kadar air, lemak, protein, dan abu. Limbah agar-agar mengandung kadar air sebesar 90,11% (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi Kimia Limbah Agar-agar (Berat Basah)

Komposisi	Jumlah (%)
Air	90,11
Lemak	0,53
Protein	0,66
Abu	0,19

Kadar air tersebut tidak berbeda jauh dengan kadar air limbah agar-agar hasil penelitian Riyanto dan Wilakstanti (2006), yaitu sebesar 80-84%. Kadar air yang tinggi pada limbah agar-agar ini sangat baik untuk tanaman karena dapat melapisi tanah secara fisik, melindungi akar tanaman, dan meningkatkan daya ikat terhadap unsur hara (Samekto 2006). Kadar lemak limbah agar-agar, yaitu sebesar 0,53%. Kadar protein limbah agar-

agar sebesar 0,66%. Kadar lemak dan kadar protein yang rendah dikarenakan rumput laut mengandung sedikit lemak dan protein, namun kadar protein limbah agar-agar yang sedikit ini sangat dibutuhkan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Protein dapat digunakan sebagai sumber karbon, energi dan nitrogen (Widyati 2007).

Kadar abu limbah agar-agar, yaitu sebesar 0,19% (bb). Kadar abu yang rendah dalam limbah agar-agar menunjukkan bahwa ternyata limbah agar-agar masih mengandung mineral yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Rendahnya kadar abu diduga karena sebagian besar mineral rumput laut terkandung dalam agar-agar yang dihasilkan. Hasil penelitian Riyanto dan Wilakstanti (2006) menunjukkan bahwa tepung yang dibuat dari ampas rumput laut pengolahan agar-agar kertas memiliki komposisi kimia kadar abu sebesar 15,30%

Kandungan Mineral Limbah Agar-Agar. Analisis mineral limbah agar-agar ini dilakukan untuk mengetahui kandungan mineral yang terdapat dalam limbah agar-agar. Analisis ini dilakukan dengan uji *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Komposisi mineral limbah agar-agar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Mineral Limbah Agar-agar

Mineral	Kandungan	Kandungan unsur hara kompos secara umum
N (%)	5,30	1,33*
P (%)	0,24	0,83*
K (%)	6,04	0,36*
Ca (%)	5,81	5,61*
Mg (%)	1,06	0,10*
Na (%)	1,26	-
S (%)	1,17	-
Fe (ppm)	8124	5000-6400**
Al (ppm)	8954	5000-9200**
Mn (ppm)	2273	200-400**
Cu (ppm)	18	65*
Zn (ppm)	252	285*
B (ppm)	1482	-

*Djuarnani *et al.* (2004) diacu dalam Samekto (2006)

**Musnamar (2003)

Pada umumnya tiap mineral limbah agar-agar memiliki kandungan yang jumlahnya lebih banyak daripada kandungan mineral kompos secara umum menurut Samekto (2006). Mineral tersebut yaitu nitrogen (N), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), besi (Fe), dan mangan (Mn). Hasil analisis mineral limbah agar-agar juga menunjukkan bahwa limbah agar-agar memiliki kandungan fosfor (P), tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang lebih sedikit daripada kandungan unsur hara kompos secara umum menurut Samekto (2006).

Kandungan Mineral *Tailing* Murni. Analisis karakteristik media tanam *tailing* yang dilakukan pada penelitian ini hanya meliputi sifat fisik dan kimia *tailing*. Karakteristik media tanam merupakan indikator yang sangat penting untuk mengetahui tingkat kesuburan media yang akan digunakan. Kandungan unsur hara makro dan mikro pada *tailing* terdapat dalam jumlah yang sangat

sedikit dan belum memenuhi standar sifat kimia tanah yang baik, kecuali unsur Mg, Zn dan Fe (Tabel 3).

Tabel 3. Karakteristik Media Tanam Tailing Murni PT Antam UBPE Pongkor

Sifat	Kandungan	Standar Sifat Kimia Tanah (Pusat Penelitian Tanah 1983)
Fisik:		
Pasir (%)	50,3	-
Debu (%)	38,4	-
Liat (%)	11,3	-
Kimia:		
pH	6,6	7
KTK (me/100 gr)	7,88	17-25
C-organik (%)	0,08	2-3
N-total (%)	0,03	0,21-0,5
P (ppm)	3,2	16-25
K (me/100 gr)	0,64	21-40
Ca (me/100 gr)	1,98	6-10
Mg (me/100 gr)	1,07	1,1-2,0
Zn (ppm)	34,6	10-300
Fe (ppm)	60,1	50-250

Hal ini sesuai dengan pernyataan Conesa *et al.* (2005), yaitu *tailing* biasanya memiliki kondisi yang tidak menguntungkan untuk pertumbuhan vegetasi alami, seperti pH rendah, adanya konsentrasi logam beracun, rendahnya kapasitas retensi air, dan rendahnya nutrisi untuk tanaman.

Analisis mineral ini tidak hanya untuk menguji unsur hara yang terkandung di dalam *tailing*, namun juga menguji logam berat yang terkandung di dalamnya. *Tailing* PT ANTAM UBPE Pongkor ternyata mengandung logam berat merkuri diatas ambang batas (Tabel 4).

Tabel 4. Kandungan Logam Berat Tailing Murni PT Antam UBPE Pongkor

Parameter	Kandungan (mg/kg)
As	<0,005
Cd	<0,005
Cu	1,4
Pb	0,6
Hg	26,3
Se	<0,005

Kandungan merkuri yang tinggi dalam *tailing* dikarenakan merkuri digunakan dalam pertambangan emas untuk mengikat emas dari hasil penggerusan batuan mineral (Setiabudi 2005). Merkuri merupakan logam berat yang paling beracun terhadap organisme hidup diantara unsur-unsur logam berat lainnya (Suwandi *et al.* 1997). *Tailing* juga mengandung beberapa jenis logam berat, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Juhaeti (2005), bahwa *tailing* mengandung logam berat seperti Cd, Hg, Pb, As yang dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Secara alami logam berat di dalam tanah dapat mengikat unsur hara tanaman, sehingga unsur tersebut menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Menurut Green dan Renault (2007),

tailing menyebabkan kontaminasi terhadap lingkungan, rusaknya vegetasi lokal, meningkatnya keasaman tanah, erosi, menurunnya jumlah mikroba tanah, hilangnya kesuburan tanah, tanaman keracunan dan kontaminasi rantai makanan.

Pengaruh Pupuk Terhadap Tinggi Semai Mahoni.

Perlakuan pupuk limbah agar-agar dan pupuk kompos terbaik untuk parameter tinggi dan diameter semai mahoni penelitian pendahuluan, yaitu konsentrasi 1% dan 2%, oleh karena itu dilakukan pengujian kembali konsentrasi tersebut dengan menspesifikkannya, sehingga pada penelitian utama digunakan konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5%. Pengaruh pupuk limbah agar-agar terhadap tinggi semai mahoni pada penelitian utama menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan tinggi semai mahoni setiap minggunya pada umumnya mengalami peningkatan (Gambar 1). Peningkatan ini terjadi karena adanya pembelahan sel pada tanaman. Pembelahan sel ini didukung oleh asupan nutrisi tanaman yang berasal dari pupuk limbah agar-agar dan pupuk kompos yang mencukupi. Rata-rata pertumbuhan tinggi semai mahoni paling baik dihasilkan oleh perlakuan pupuk limbah agar-agar 1% yaitu sebesar 3,15 cm. Penggunaan pupuk limbah agar-agar 1% merupakan perlakuan optimum yang mampu menghasilkan pertumbuhan tinggi paling baik diantara perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan limbah agar-agar kaya akan unsur hara mikro yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Jumlah unsur hara mikro pada limbah agar-agar sebanyak 60–70 jenis (Saputra 2008).

Hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa hanya perlakuan pupuk limbah agar-agar yang memberikan pengaruh nyata terhadap parameter tinggi semai mahoni, hal ini dapat dilihat pada hasil perhitungan nilai p sebesar 0,016 ($p < 0,05$). Setelah dilakukan uji statistik dilakukan uji lanjut Tukey untuk melihat adanya perbedaan pada tiap konsentrasi perlakuan pupuk limbah agar-agar. Hasil dari uji Tukey menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (tanpa pupuk) memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap perlakuan pupuk limbah agar-agar 1%. Hasil uji statistik selanjutnya menunjukkan bahwa seluruh perlakuan pupuk kompos memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap parameter tinggi semai mahoni, hal ini dapat terlihat pada hasil perhitungan nilai p sebesar 0,088 ($p > 0,05$). Berdasarkan hasil pertumbuhan tinggi semai mahoni tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan pupuk limbah agar-agar 1% memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan pupuk kompos terbaik (konsentrasi 2,5% yaitu sebesar 2,7 cm).

Pengaruh Pupuk Terhadap Diameter Semai Mahoni.

Pengaruh pupuk limbah agar-agar terhadap diameter batang semai mahoni pada penelitian utama menunjukkan bahwa rata-rata diameter semai mahoni setiap minggunya mengalami peningkatan (Gambar 2). Perkembangan diameter pohon terjadi karena pertumbuhan xilem dan floem sekunder yang berkembang dari jaringan meristem sekunder. Hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa seluruh perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter diameter semai mahoni, hal ini dapat dilihat pada hasil perhitungan nilai p sebesar 0,153 ($p > 0,05$) untuk perlakuan pupuk limbah

agar-agar dan nilai p sebesar 0,826 ($p > 0,05$) untuk perlakuan pupuk kompos. Berdasarkan hasil uji statistik tersebut dapat diketahui bahwa seluruh perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan diameter selama 12 MST.

Kandungan Mineral Tailing Setelah Perlakuan.

Analisis mineral *tailing* setelah perlakuan ini dilakukan terhadap *tailing* dengan perlakuan yang menghasilkan pertumbuhan tinggi dan diameter semai mahoni paling baik, yaitu perlakuan limbah agar-agar 1% dan 1,5%. Karakter media tanam *tailing* setelah diberi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5. Pemberian perlakuan pupuk terbaik pada semai mahoni yang ditanam di media *tailing* belum dapat memperbaiki sifat fisik, namun dapat memperbaiki sifat kimia *tailing*. Perbaikan sifat fisik dan sifat kimia tidak hanya dipengaruhi oleh pupuk yang digunakan saja, namun juga mahoni yang ditanam pada *tailing* tersebut. Hal ini didukung oleh pernyataan Arienzo *et al.* (2003) yaitu penggunaan tanaman hijau dapat memperbaiki karakteristik kimia dan biologi tanah yang terkontaminasi yakni dengan meningkatkan kandungan bahan organik, kapasitas tukar kation dan aktivitas biologis, namun pemberian pupuk dalam penelitian ini belum dapat memenuhi standar sifat kimia tanah yang baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Limbah agar-agar merupakan residu (ampas) dari pengolahan agar-agar yang berpotensi digunakan sebagai pupuk. Hasil pengukuran parameter tinggi terbaik adalah semai mahoni dengan pemberian pupuk limbah agar-agar 1% sebesar 3,15 cm sedangkan hasil pengukuran parameter diameter terbaik adalah semai mahoni dengan pemberian pupuk limbah agar-agar 1,5% sebesar 0,293 cm. Pupuk limbah agar-agar berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi semai mahoni namun tidak berpengaruh nyata terhadap diameter semai mahoni. Sementara itu pupuk kompos tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi maupun diameter semai mahoni.

Penelitian selanjutnya adalah dilakukan pengamatan terhadap parameter yang lebih bervariasi dengan waktu yang lebih lama agar hasil yang diperoleh lebih signifikan serta penggunaan jenis tanaman dan jenis *tailing* lainnya, pemberian pupuk secara berkala, penyiraman dengan volume air yang terukur, dan pengujian terhadap logam berat yang diserap oleh tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Arienzo M, Adamo P, Cozzolino V. 2003. The potential of *Lolium perenne* for revegetation of contaminated soil from a metallurgical site. *Elsevier Science* 319(2004):13-25.

Conesa H M, Angel F, Raquel A. 2005. Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings of the Semi-arid Cartagena-La Union Mining District (SE Spain). *Elsevier Science* 336(1):1-11.

Green S, Sylvie R. 2007. Influence of papermill sludge on growth of *Medicago sativa*, *Festuca rubra* and *Agropyron trachycaulum* in gold mine tailings: a greenhouse study. *Elsevier Science* 151(3):524-531.

Juhaeti T, Fauzia S, Nuril H. 2005. Inventarisasi tumbuhan potensial untuk fitoremediasi lahan dan air terdegradasi penambangan emas. *Jurnal Biodiversitas* 6(1):31-33.

Riyanto B, Maya W. 2006. Cookies berkadar serat tinggi substitusi tepung ampas rumput laut dari pengolahan agar-agar kertas. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 9(1):47-57.

Romero J B, Ronald D V M, Marco N E M. 2008. Stability of agar in the seaweed *Gracilaria eucheumatoides* (Gracilariales, Rhodophyta) during postharvest storage. *Elsevier Science* 99(2008):8151-8155.

Samekto R. 2006. *Pupuk Kompos*. Klaten: PT Intan Sejati.

Saputra D. R. 2008. *Aplikasi Bioteknologi Pemanfaatan Limbah Rumput Laut*. Jakarta: Kanisius.

Setiabudi B T. 2005. Penyebaran merkuri akibat usaha pertambangan emas di daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta. *Jurnal Biodiversitas* 2(1):34-39.

Suwandi R, Irwansyah, Pipih S. 1997. Aplikasi khitin sebagai absorben reaksi logam berat pada Kerang Hijau (*Mytilus viridis* L.). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 4(2): 67-70.

Widyati E. 2007. Formulasi inokulum mikroba: MA, BPF dan Rhizobium asal lahan bekas tambang batubara untuk bibit *Acacia crassicarpa* Cunn. Ex-Benth. *Jurnal Biodiversitas* 8(3):238-241.